

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012131349 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-548261/199847

XRPX Acc No: N98-427489

Pattern image exposure method for semiconductor device, LCD device manufacture - involves forming second alignment pattern on inner circumference of substrate after removing light sensitive agent from first pattern formed on outer circumference of substrate

Patent Assignee: NIKON CORP (NIKR )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10242043	A	19980911	JP 97179684	A	19970704	199847 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96346086 A 19961225

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

JP 10242043	A	16		H01L-021/027	
-------------	---	----	--	--------------	--

?

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05958943 \*\*Image available\*\*  
EXPOSING METHOD

PUB. NO.: 10-242043 [JP 10242043 A]  
PUBLISHED: September 11, 1998 (19980911)  
INVENTOR(s): UMAGOME NOBUTAKA  
NAKAJIMA SHINICHI  
APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)  
APPL. NO.: 09-179684 [JP 97179684]  
FILED: July 04, 1997 (19970704)  
INTL CLASS: [6] H01L-021/027; G03F-009/00  
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION  
INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)  
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R004 (PLASMA); R011  
(LIQUID CRYSTALS); R012 (OPTICAL FIBERS); R044 (CHEMISTRY --  
Photosensitive Resins); R098 (ELECTRONIC MATERIALS -- Charge  
Transfer Elements, CCD & BBD); R115 (X-RAY APPLICATIONS)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an alignment mark having a specified positional relation to shots of a wafer, in a region where resist in a wafer peripheral region is peeled, by forming a new alignment mark in the inner peripheral side of an alignment mark formed in the peripheral region of a substrate.

SOLUTION: A pattern for first alignment which is formed on a mark to be used for the  $m$ -th exposure is exposed on a substrate 12, and first alignment marks M1-M8 are formed on the substrate 12. Shots S1, S2, S3,... are formed on the substrate 12. Sensitive agent in the peripheral region 61 on the substrate 12 which contains the first alignment marks M1-M8 is eliminated. By using the first alignment marks M1-M8 wherein the sensitive agent is eliminated, a mask to be used for the  $(m+s)$ -th exposure is aligned to the substrate 12. A second alignment pattern is exposed on the substrate 12 inside the peripheral region 61, and second alignment marks N1-N8 are formed on the substrate 12.

?

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-242043

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>a</sup>  
H 01 L 21/027  
G 03 F 9/00

識別記号

F I  
H 01 L 21/30 5 2 3  
G 03 F 9/00 H  
H 01 L 21/30 5 2 0 B  
5 7 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平9-179684

(22)出願日 平成9年(1997)7月4日

(31)優先権主張番号 特願平8-346086

(32)優先日 平8(1996)12月25日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

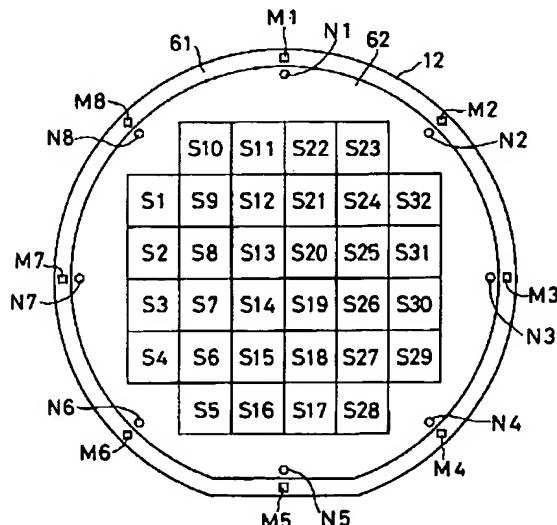
(71)出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(72)発明者 馬込 伸貴  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
(72)発明者 中島 伸一  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
(74)代理人 弁理士 平木 祐輔 (外1名)

(54)【発明の名称】 露光方法

(57)【要約】

【課題】 ウエハ周縁領域のレジストが剥がされる領域にウエハ内側のショット領域と既知の位置関係を持たせたアライメントマークを形成する場合において、新たなアライメントマーク打ち換えの方法を提供する。

【解決手段】 アライメントマークを作り直すときは、基板12の周縁領域61のうち古いアライメントマークM1～M8の内周側に新たなアライメントマークN1～N8を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $N$ 回 ( $N > 1$ ) の露光により少なくとも  $N$  個のパターンを感応剤が塗布された基板上に順次露光し  $N$  個の露光層を有する基板を形成する露光方法において、

$m$  ( $m < N$ ) 回目の露光に用いられるマスクに形成された第1のアライメント用パターンを前記基板上に露光し、該基板上に第1のアライメントマークを形成する工程と；前記  $m$  回目の露光に該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショット領域に露光して前記基板上にショットを形成する工程と；前記第1のアライメントマークを含む前記基板上の周縁領域の前記感応剤を除去する工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマークを用いて、前記 ( $m + s$ ) 回目 ( $s \geq 1$ ) の露光に用いられるマスクと前記基板とを位置合わせて前記周縁領域より内側の前記基板上に第2のアライメントパターンを露光し、該基板上に第2のアライメントマークを形成する工程とを有することを特徴とする露光方法。

【請求項2】 ( $m + s + 1$ ) 回目以降の露光の前に前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの感応剤を除去する工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの少なくとも一方を用いて、前記 ( $m + s + 1$ ) 回目以降の露光に使用されるマスクと前記基板とを位置合わせて該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショットに重ね合わせ露光する工程とを有することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項3】 前記  $m$  は 1 であることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光方法。

【請求項4】 前記  $m$  回目の露光において前記ショット領域に複数のショットを形成する工程と；前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの少なくとも一方を用いて前記複数ショットの配列を求め、該配列に基づいて前記重ね合わせ露光を行う工程とをさらに有することを特徴とする請求項2又は3に記載の露光方法。

【請求項5】 前記 ( $m + s$ ) 回目の露光用のマスクに形成されたショットパターンは第2のアライメントパターンを含むことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の露光方法。

【請求項6】 前記第2のアライメントマークを用いて前記ショットの倍率と回転と直交度との少なくとも一つを求める特徴とする請求項5に記載の露光方法。

【請求項7】  $N$ 回 ( $N > 1$ ) の露光により少なくとも  $N$  個のパターンを感応剤が塗布された基板上に順次露光し  $N$  個の露光層を有する基板を形成する素子製造方法において、

$m$  ( $m < N$ ) 回目の露光に用いられるマスクに形成され

た第1のアライメント用パターンを前記基板上に露光し、該基板上に第1のアライメントマークを形成する第1工程と；前記  $m$  回目の露光に該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショット領域に露光して前記基板上にショットを形成する第2工程と；前記第1工程及び第2工程後の前記基板を現像し、該基板に前記感応剤を塗布する第3工程と；前記第1のアライメントマークを含む前記基板上の周縁領域の前記感応剤を除去する第4工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマークを用いて、前記 ( $m + s$ ) 回目 ( $s \geq 1$ ) の露光に用いられるマスクと前記基板とを位置合わせて前記周縁領域より内側の前記基板上に第2のアライメントパターンを露光し、該基板上に第2のアライメントマークを形成する第4工程と；前記第3工程及び第4工程後の前記基板を現像し、該基板に前記感応剤を塗布する第5工程と； ( $m + s + 1$ ) 回目以降の露光の前に前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの感応剤を除去する第6工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの少なくとも一方を用いて、前記 ( $m + s + 1$ ) 回目以降の露光に使用されるマスクと前記基板とを位置合わせて該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショットに重ね合わせ露光する第7工程とを有することを特徴とする素子製造方法。

【請求項8】 基板の周縁領域にアライメントマークを形成し、感応剤が塗布された前記基板の周縁領域の感応剤を除去した後、前記アライメントマークを用いてマスクをアライメントし、前記マスクに形成されたショットパターンを前記基板のショット領域に露光する露光方法であって、

プロセス処理の際に、前記アライメントマークを覆うことにより、前記アライメントマークが加工されることを防止することを特徴とする露光方法。

【請求項9】 前記プロセス処理に先だって、前記アライメントマークが形成された前記基板の周縁領域にレジストを塗布することを特徴とする請求項8記載の露光方法。

【請求項10】 前記プロセス処理の際に、前記アライメントマークが形成された前記基板の周縁領域を機械的に覆うことを特徴とする請求項8記載の露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子や液晶表示素子等の製造工程において露光装置を用いて感光基板上にパターン像を投影露光する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子や液晶表示素子の製造にあたっては、露光装置を用いてマスクとしてのフォトマスク

やレチクル（以下、レチクルという）に形成された微細なパターンの像をフォトレジスト等の感光剤（感応剤）を塗布した半導体ウエハやガラスプレート等の基板（以下、ウエハという）上に投影露光することが行われる。半導体素子や液晶表示素子は複数のレチクルを使って、複数回の重ね合わせ露光を行うことで形成される（複数の層構造となっている）。このため、レチクルのパターンは、例えばステップ・アンド・リピート方式の露光装置を用い、レチクルとウエハを高精度に位置合わせ（アライメント）して、ウエハ上に既に形成されているパターンに重ね合わせて投影露光される。このアライメントの精度に対する要求は、パターンの微細化と共に厳しくなってきており、アライメントにはさまざまな工夫がなされている。

【0003】アライメントの方式としては、レーザ光をウエハ上のドット列状のアライメントマークに照射し、そのマークにより回折又は散乱された光を用いてマーク位置を検出するLSA（Laser Step Alignment）方式、ハロゲンランプ等を光源とする波長帯域幅の広い光で照明して撮像したアライメントマークの画像データを画像処理してマーク位置を計測するFIA（Field Image Alignment）方式、あるいはウエハ上の回折格子状のアライメントマークに周波数を僅かに変えたレーザ光を2方向から照射し、発生した2つの回折光を干渉させ、その位相からアライメントマークの位置を計測するLIA（Laser Interferometric Alignment）方式等がある（特開平2-54103号公報参照）。

【0004】また、露光光によるアライメントも提案されている。露光光を用いたアライメントによると、レチクルとウエハ上のショット領域の位置関係をレチクルの上から同時に計測することができる。しかも、投影レンズは露光光に対して収差補正されているため、露光光によるアライメントは、いわゆる色収差分のオフセットの全くないアライメント方式である。

【0005】これらの光学式アライメントにおいては、レジスト（感応剤）が塗布されたウエハ上のアライメントマークを検出し、その位置座標を計測することでウエハ上に形成されているショットの位置を求める。その後、ショット位置にレチクルのパターン像が重なるようにウエハをウエハステージにより移動させて、レチクルのパターンを投影露光する。アライメントマークは通常、20～300nm程度の段差（凹凸）からできており、重ね露光を行うため、アライメントマーク上にはレジスト剥離を行わない限りレジストが塗布されている。

【0006】このような前記光学式アライメント系を使って、ウエハ内の3点もしくは4点以上の異なるショット領域のアライメントマークを検出し、ウエハ内でショット領域がどのように配列しているかを計算し、配列座標を求める。その座標に基づいてウエハステージを移動させてレチクルとウエハとを位置決めし、露光すること

を繰り返すことで、ウエハ上のショット領域内の各ショットに順次レチクルのパターンが重ね合わせ露光されていく。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】アライメントは先に述べたように、非接触の光学式アライメント系を用いて行われる。またLSA方式のアライメント等では、ビーム径を細くするためにレーザ光が用いられている。ところが、アライメントマークの上にレジストが塗布されているため、アライメント光としてレーザ光のような単色光を用いるとレジスト内で多重干渉を起こしノイズが発生するとともに、レジストの膜厚変化やマークの微小な非対称性の影響を受けてアライメントマークから発生される回折光の強度分布が変化してしまう。その結果、アライメントマークの検出精度が低下する。

【0008】干渉を起こさせないために、アライメント光の波長バンドをブロードにすることも行われている。しかし、アライメント光としてブロードな波長バンドの光を用いると、色収差の点でアライメント光学系が制約を受けて自由な設計が困難になる。またアライメントマークの段差が低くなると、ブロードな波長バンドの光ではコントラストがつきにくく、アライメントマークの検出が困難になる。

【0009】また、露光光アライメント方式は、レジストがアライメントマークの上に塗布された状態では、レジストに感光性能がある以上、露光光を吸収するので、十分なアライメント信号が得られない。また、感光が進むに従って、レジストの吸収率が変化し、アライメント信号が時間的に変化する。つまり、露光光アライメント方式は、レチクルとウエハを光学的なオフセットなしで観察できるため最も単純なアライメント方式となりうるが、レジストの感光のため実用化は困難であった。

【0010】アライメント光としてレーザ光等の単色光を用いるとアライメント精度が低下する原因是、アライメントマーク上にレジストが塗布されていることにある。したがって、アライメントマーク上のレジストを剥がすことで、レーザ光の多重干渉をなくし、アライメント精度を向上させることができる。一方、ウエハ縁部のレジストは剥がれやすく、剥がれたレジストがショット領域に付着するとそのショット領域でパターンの露光不良が生じるため、ウエハ周縁領域のレジストは近頃剥がされる傾向にある。

【0011】このような点に着目して、本発明は、ウエハ周縁領域のレジストが剥がされる領域に、ウエハのショット領域のショットと所定の位置関係を持たせたアライメントマークを形成することを目的とする。ウエハ周縁領域のレジストが剥がされる領域にアライメントマークを形成すると、露光工程に新たな処理工程を付加することもなく、アライメントマーク上のレジストを剥がすことができる。そして、レジストを剥がすことで露出さ

れたアライメントマークを用いて、単色光による高精度なアライメントを行うことが可能になる。

【0012】また、アライメントマークには打ち換えと呼ばれるアライメントマークの作りなおし作業が必要な場合がある。アライメントマークの打ち換えが必要な場合は、第1に、アライメントマークがウエハのプロセス処理の過程で加工された結果、検出できなくなったり、検出されても十分なS/Nがとれなくなったりして、そのアライメントマークを使用したのでは十分な重ね合わせ精度を確保できなくなったりときである。第2の場合として、重ね合わせ精度が厳しい2つの層を重ね合わせるとき（例えば、A層にX層を合わせる）、A層を露光する際にA層上にアライメントマークを新たに作成し、そのアライメントマークを検出して位置合わせを行うことでX層をA層に高精度に重ね合わせて露光する場合がある。

【0013】本発明の別の態様は、ウエハ周縁領域のレジストが剥がされる領域にウエハのショット領域内のショットと所定の位置関係を持たせたアライメントマークを形成する場合において、先に形成されたアライメントマークとは異なるアライメントマークをウエハの周縁領域に新たに形成することを目的とする。

【0014】また、本発明の別の態様は、プロセス処理によるアライメントマークの劣化を防ぎ、マーク非対称化による精度劣化を防止し、ひいてはアライメントマークの打ち換え回数を最小限に抑えるための方法を提供することを目的とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明においては、基板の周縁領域に形成されたアライメントマークの内周側に新たなアライメントマークを形成する。そうすることで、レジスト等の感応剤が除去された既設のアライメントマークを検出し、高精度のアライメントを行いながらアライメントマークの打ち換えを行うことが可能となる。また、打ち換えによって新たに形成されたアライメントマークも基板の周縁領域に位置するため、通常のエッジリング等の処理によってその上の感応剤を除去して高精度なアライメントを行うことができる。

【0016】すなわち、本発明は、N回（N>1）の露光により少なくともN個のパターンを感応剤が塗布された基板（12）上に順次露光しN個の露光層を有する基板を形成する露光方法において、m（m<N）回目の露光に用いられるマスク（10a）に形成された第1のアライメント用パターン（M）を前記基板（12）上に露光し、該基板（12）上に第1のアライメントマーク（M1～M8）を形成する工程と；前記m回目の露光に該マスク（10a）に形成されたショットパターン（P1）を前記基板上のショット領域（100）に露光して前記基板上にショットを形成する第2工程と；前記第1工程及び第2工程後の前記基板（12）を現像し、該基板に前記感応剤を塗布する第3工程と；前記第1のアライメントマーク（M1～M8）を含む前記基板（12）上の周縁領域（61）の前記感応剤を除去する第4工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマーク（M1～M8）を用いて、前記（m+s）回目

M8）を含む前記基板（12）上の周縁領域（61）の前記感応剤を除去する工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマーク（M1～M8）を用いて、前記（m+s）回目（s≥1）の露光に用いられるマスクと前記基板（12）とを位置合わせして前記周縁領域（61）より内側の前記基板（12）上に第2のアライメントパターンを露光し、該基板上に第2のアライメントマーク（N1～N8）を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0017】本発明の露光方法は、さらに（m+s+1）回目以降の露光の前に前記第1のアライメントマーク（M1～M8）と前記第2のアライメントマーク（N1～N8）との感応剤を除去する工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマーク（M1～M8）と前記第2のアライメントマーク（N1～N8）との少なくとも一方を用いて、前記（m+s+1）回目以降の露光に用いられるマスクと前記基板（12）とを位置合わせして該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショット（S1, S2, S3, …）に重ね合わせ露光する工程とを有することができる。

【0018】整数mは1とすることができる。また、前記m回目の露光において前記ショット領域（100）に複数のショットを形成する工程と；前記第1のアライメントマーク（M1～M8）と前記第2のアライメントマーク（N1～N8）との少なくとも一方を用いて前記複数ショット（S1, S2, S3, …）の配列を求め、該配列に基づいて前記重ね合わせ露光を行う工程とをさらに有することができる。

【0019】前記（m+s）回目の露光用のマスクに形成されたショットパターンは第2のアライメントパターンを含むことができる。前記第2のアライメントマークを用いて前記ショットの倍率と回転と直交度との少なくとも一つを求めることができる。

【0020】また、本発明は、N回（N>1）の露光により少なくともN個のパターンを感応剤が塗布された基板（12）上に順次露光しN個の露光層を有する基板を形成する素子製造方法において、m（m<N）回目の露光に用いられるマスク（10a）に形成された第1のアライメント用パターン（M）を前記基板（12）上に露光し、該基板（12）上に第1のアライメントマーク（M1～M8）を形成する第1工程と；前記m回目の露光に該マスク（10a）に形成されたショットパターン（P1）を前記基板上のショット領域（100）に露光して前記基板上にショットを形成する第2工程と；前記第1工程及び第2工程後の前記基板（12）を現像し、該基板に前記感応剤を塗布する第3工程と；前記第1のアライメントマーク（M1～M8）を含む前記基板（12）上の周縁領域（61）の前記感応剤を除去する第4工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマーク（M1～M8）を用いて、前記（m+s）回目

( $s \geq 1$ ) の露光に用いられるマスクと前記基板とを位置合わせて前記周縁領域より内側の前記基板上に第2のアライメントパターンを露光し、該基板上に第2のアライメントマーク (M1～M8) を形成する第4工程と；前記第3工程及び第4工程後の前記基板を現像し、該基板に前記感応剤を塗布する第5工程と；(m+s+1) 回目以降の露光の前に前記第1のアライメントマーク (M1～M8) と前記第2のアライメントマーク (N1～N8) との感応剤を除去する第6工程と；前記感応剤が除去された前記第1のアライメントマークと前記第2のアライメントマークとの少なくとも一方を用いて、前記 (m+s+1) 回目以降の露光に使用されるマスクと前記基板とを位置合わせて該マスクに形成されたショットパターンを前記基板上のショット (S1, S2, S3, ...) に重ね合わせ露光する第7工程とを有することを特徴とする。

【0021】また、本発明においては、CVDによる成膜、プラズマエッティング等のプロセス処理の際に、基板の周縁領域に形成されたアライメントマークを覆うことにより、アライメントマークがプロセス処理によって加工されないようにする。このことで、アライメントマーク打ち換えの第1の理由であったプロセスによるアライメントマークの劣化を防ぐことができる。さらに、前記したアライメントマーク打ち換えの第2の理由に対しても、本方法によれば半導体素子等の製造過程における第1層目からのアライメントマークを加工されないまま最終工程においても使用することが可能になるため、アライメントツリーの作成がより自由になり、アライメントマークの打ち換え回数をさらに減らすことが可能になる。

【0022】また、アライメントマークに対して特定のプロセス処理のみ選択的に施すことにより、理想的なマークを形成して使用することも可能である。たとえば、エッティング等により、マスクされた部分と露出した部分との段差が約200nmになるようなプロセスが回路形成プロセスに含まれていた場合、このプロセスによってアライメントマークを形成する。段差が約200nmのとき、He-Neレーザによる位置検出が最も容易である。

【0023】すなわち、本発明は、基板 (12) の周縁領域 (61) にアライメントマーク (M1～M8) を形成し、感応剤が塗布された基板 (12) の周縁領域 (61) の感応剤を除去した後、前記アライメントマーク (M1～M8) を用いてマスクと基板とをアライメントし、マスクに形成されたショットパターンを基板 (12) のショット領域 (S1, S2, S3, ...) に露光する露光方法であって、プロセス処理の際に、前記アライメントマーク (M1～M8) を覆うことにより、アライメントマーク (M1～M8) が加工されることを防止することを特徴とする。

【0024】アライメントマーク (M1～M8) の加工防止は、プロセス処理に先だって、アライメントマーク (M1～M8) が形成された基板 (12) の周縁領域 (61) にレジスト等の物質を塗布することにより、あるいは、プロセス処理の際に、アライメントマーク (M1～M8) が形成された基板 (12) の周縁領域 (61) を機械的に覆うことにより行うことができる。

【0025】アライメントマーク (M1～M8) の形成は、ショットパターン (P1) とアライメントマーク (M) とが空間的に分離されて形成されたマスク (10a) を用い、感応剤が塗布された基板 (12) の周縁領域 (61) に前記アライメントマーク (M) のみを投影露光し、基板 (12) のショット領域 (S1, S2, S3, ...) に前記ショットパターン (P1) のみを投影露光する方法によるのが好ましい。

【0026】基板 (12) の周縁領域 (61) に形成されたアライメントマーク (M1～M8) を用いてショット領域 (S1, S2, S3, ...) の配列座標値を求め、さらにショット領域内に形成されたアライメントマークを用いてショット領域の倍率、回転、直交度の少なくとも一つを求めてよい。

【0027】また、基板 (12) の周縁領域 (61) に形成されたアライメントマーク (M1～M8) を用いてショット領域 (S1, S2, S3, ...) の配列座標値を求め、マスクのショットパターン内に配置されたアライメント用のマークを切り出して基板 (12) の周縁領域 (61) に露光することによって形成されたアライメントマーク (MP1a, MP1b; MP2a, MP2b; ...) を用いて、ショット領域 (S1, S2, S3, ...) の倍率、回転、直交度の少なくとも一つを求めるようになることができる。

【0028】さらに、基板 (12) の周縁領域 (61) に形成されたアライメントマーク (M1～M8) を用いてショット領域 (S1, S2, S3, ...) の配列座標値を求め、基板 (12) の周縁領域 (61) に露光されたショットパターン (T1, T2, T3, ...) ないのアライメントマーク (SM1, SM2, SM3, ...) を用いてショット領域 (S1, S2, S3, ...) の倍率、回転、直交度の少なくとも一つを求めるようになることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の露光方法に使用する露光装置の一例の概略図である。超高圧水銀ランプやエキシマレーザ等の照明光源1から射出された照明光は、橢円鏡2で集光され、シャッター駆動手段3aによるシャッター3の開閉動作に応答して、反射鏡4で反射されて波長選択フィルタ5に入射する。波長選択フィルタ5は、露光に必要な波長の光のみを通過させるもので、波長選択フィルタ5を通過した照明光はフライ

アイインテグレータ6を介してレチクルブラインド7に到達する。レチクルブラインド7は、レチクル10とはほぼ共役な位置に設けられており、開口Sの大きさを変化させて照明光によるレチクル10上の照明範囲を調整するものである（詳細後述）。

【0030】レチクルブラインド7の開口Sを通過した照明光は反射鏡8で反射されてレンズ系9に入射し、このレンズ系9によってレチクルブラインド7の開口Sの像がレチクル10上に結像され、レチクル10の所望範囲が照明される。レチクル10の照明範囲内に存在するショットパターン又はアライメントパターンは、両側トレセントリックな投影光学系11によりレジストが塗布されたウエハ12上に結像され、これによりウエハ12の特定領域（レチクル10の照明範囲内に存在するショットパターン又はアライメントパターンを投影すべき領域、以下「ショット領域」という）にレチクル10のパターン像が露光される。

【0031】ウエハ12は2次元移動可能なステージ13上に真空吸着されて保持されている。ステージ13は、互いに直交する方向へ移動可能な一对のブロックを重ね合わせた周知の構造を有し、ステージ13をモータ等の駆動手段21で駆動することによりステージ移動座標系内のステージ13の位置、したがって投影光学系11の露光視野（イメージフィールド）と重なるウエハ12上のショット（一度の露光でレチクルパターンが投影される領域）の位置が調整される。ステージ移動座標系内におけるステージ13の位置は、ステージ13に設けられた移動鏡14と不図示の固定鏡に向けてレーザ光15を射出し、各々からの反射光の干渉に基づいてステージの移動距離を測定するレーザ干渉計20で検出される。

【0032】レーザ干渉計20の測定値はステージ制御系36に送られ、ステージ制御系36はその情報に基づいてステージ駆動手段21を制御する。また、ステージ制御系36から主制御系37にレーザ干渉計20の測定値の情報が供給されており、主制御系37はその情報に基づいてステージ制御系36を制御する。

【0033】この投影露光装置には、レチクル10とウエハ12の位置合わせを行うための例えばTTR（スルーザ・レチクル）方式のレチクル・アライメントセンサ31及びオファクシス方式のウエハ・アライメントセンサ32が備えられている。TTR方式のレチクル・アライメントセンサ31のアライメントの方式としては、He-Neレーザ等を使用するLSA方式及びLIA方式、又は露光光を使用する露光光アライメント方式が好ましい。特に、KrF（フッ化クリアトン）、ArF（フッ化アルゴン）エキシマレーザ用の投影光学系11を採用した場合には、He-NeレーザとKrF、ArFエキシマレーザとの波長が大きく異なるので、投影光学系11の色収差の関係で露光光アライメント方式が好

ましい。また、露光光アライメント方式を使うと露光光の波長とアライメント光の波長の違いによるオフセットを考慮する必要がなく、いわゆるベースラインを管理する必要もない。

【0034】レチクル・アライメントセンサ31は、レチクル10に形成されたアライメントマークと、投影光学系11を介して観察される基準マーク部材33上の基準マーク又はウエハ12との位置関係（ズレ量）を計測する。露光光アライメント方式では、撮像素子（CCD）を用いてモニタに表示することで、その位置関係を直接的に観察できる。

【0035】オファクシス方式のウエハ・アライメントセンサ32のアライメントの方式としては、FIA方式、LSA方式、LIA方式、又は露光光を使用する露光光アライメント方式を適用できる。オファクシスのアライメント方式はアリアライメント（簡易位置決め）に使用することが多いので、FIA方式が好ましい。

【0036】アライメント時には、これらのアライメントセンサ31、32の何れかを用いてウエハ上に形成されたアライメントマークの位置を検出し、その検出結果に基づいて、ウエハ12のショット領域に前工程で形成された複数のショットとレチクル上のパターンとを正確に位置合わせする。これらのアライメントセンサ31、32からの検出信号はアライメント制御系35によって処理され、処理結果は主制御系37に送られる。アライメント制御系35は主制御系37により制御されている。また、ステージ13上に、ウエハ12の表面と同じ高さの表面を有する基準部材33が固定され、基準部材33の表面にはアライメントの基準となるマークが形成されている。

【0037】レチクルブラインド7は、図2に示すように、L字状に屈曲した一对のブレード7a、7bを照明光の光軸AXと直交させた状態で組み合わせて矩形状の開口Sを生じさせるもので、ブレード7a、7bの位置を図1に示す駆動機構18a、18bで調整して開口Sの大きさを変化させる。

【0038】図3及び図4に示すように、駆動機構18a、18bは、ブレード7a、7bが固定された第1のブロック710に第2のブロック711及び第3のブロック712を重ね合わせたもので、DCサーボモータとボルネジを組み合わせた図示しない送り機構により、第1のブロック710を案内溝y1、y2に沿って移動させるとともに、第2のブロック711を案内溝x1、x2に沿って移動させて、ブレード7a、7bを照明光の光路と直交する面内で移動させる。図4に示すように、駆動機構18a、18bはブレード7a、7bに対して互いに反対側に配置され、それぞれの第3のブロック712は図示しないフレームにより露光装置の本体部分に一体に固定される。

【0039】シャッター駆動手段3a及び駆動機構18

a, 18bは、ステージ制御系36によって制御される。ステージ制御系36は、駆動機構18a, 18bに指令してレチクル10の露光すべきパターン領域（ショットパターン）に対してレチクルブラインド7を設定し、ステージ駆動手段21に指令してステージ37を移動させて、ウエハ12上の各ショットを投影光学系11の露光領域に位置合わせしたのち、シャッター駆動手段3aに指令してシャッター3を所定時間だけ開放することで、ウエハ12上の各ショットにレチクル10のショットパターンを露光する。

【0040】図5(a), (b)は、ウエハにレジストを塗布するレジストコーナーの概略図である。図5(a)において、レジストコーナー40は、ウエハ12を真空吸着して回転させる回転支持台41、回転支持台41の上方にその回転軸と同軸に位置してウエハ12の中央部分にレジスト溶液を噴出するレジスト噴出ノズル42、及びウエハ12の周縁領域にレジストの溶剤を噴出する溶剤噴出ノズル43を備える。回転支持台41に固定されて回転しているウエハ12に対してレジスト噴出ノズル42からレジスト溶液を噴出することにより、ウエハ12の表面にはレジストが均一な厚さにスピンドルコートされる。その後、溶剤噴出ノズル43からウエハの周縁領域にレジストの溶剤をジェットにして吹き付けてエッジリソスを行うことで、ウエハ周縁領域のレジストを除去することができる。

【0041】また、溶剤を吹き付ける方法以外にも、図5(b)に示した露光光による周辺露光装置を用いてウエハ周縁領域のレジストを除去することもできる。図5(b)において、レジストコーナー400は、ウエハ12を回転支持台411に真空吸着し、モータ412で回転させる。露光光源413からの露光光束は、光ファイバー414で照射部415まで導かれる。照射部415とウエハ12の間には遮光板416が配置され、ウエハ12の周辺部に露光光束417を照射する領域を調整する。すなわち、露光光束417が後述するマークM1～M8を含むウエハの周縁領域を照射するように遮光板416は調整される。また、かかる周辺露光装置全体を矢印方向（ウエハの半径方向）に移動させることで、照射領域を調整することができる。反射板418は、ウエハ12に照射されなかった露光光束をウエハ12の裏側に反射して照射する。こうすることで、レジスト溶液がウエハ12の裏側に付着した場合にも対処することができる。図5(b)に示した周辺露光装置で露光されたウエハ12は、露光された領域のレジストを除去するため、化学的処理を行う工程に送られる。

【0042】次に、ウエハの周縁領域にアライメントマークを形成し、そのアライメントマークを用いてパターンを露光する方法について順を追って説明する。最初に、第1層（第1回目）の露光方法について説明する。ウエハ12は、図5(a)に示したレジストコーナー4

0、または図5(b)に示したレジストコーナー400により表面全体にレジストを塗布する。このとき、溶剤噴出ノズル43を用いたエッジリソスは行わない。したがって、ウエハ12はその周縁領域にもレジストが塗布されている。レジストを塗布したウエハ12は、図1に示した露光装置のステージ13上に載置される。

【0043】図6(a)は、第1層の露光に使用するレチクルを示す。第1層露光用のレチクル10aには、第1層のショットパターンP1とともにウエハ12の周縁領域に露光すべきアライメントパターンMが空間的に分離されて、既知の位置関係で設けられている。

【0044】露光装置のステージ制御系36は、レチクルブラインド駆動機構18a, 18bを制御して、照明光によるレチクル10aの照明範囲を図6(a)に破線で示す範囲51、すなわちショットパターンP1の部分に制限する。その後、ステージ制御系36は主制御系37の制御下に、ステージ13のステップ駆動とシャッタ3の開閉制御を繰り返すことで、図7に示すように、ウエハ12上の所定のショット領域100内のショットS1, S2, S3, …に第1層のショットパターンP1のみを順次露光する。

【0045】全てのショット領域S1, S2, S3, …に対するショットパターンP1の露光が終了すると、引き続きレチクル10aを用いてウエハ12の周縁領域に対するアライメントマークMの露光を行う。ステージ制御系36は、レチクルブラインド駆動機構18a, 18bを制御して、照明光によるレチクル10aの照明範囲を図6(a)に破線で示す範囲52、すなわちアライメントマークMの部分のみに制限する。次いで、ステージ制御系36は主制御系37の制御下に、ステージ13のステップ駆動とシャッタ3の開閉制御を繰り返して、図7に示すように、ウエハ12の周縁領域の所定の箇所M1, M2, M3, …にアライメントマークMのみを順次露光する。この周縁領域は、第2層以降のショットパターン露光時には、レジストが除去される領域である。

【0046】ウエハ12に設けるアライメントマークの数は3個以上とするのがよく、図7の例では8個設けている。ただし、アライメントマークの数や配置は、必要とされるアライメント精度によって変更可能である。また、多くの場所に露光しておき、必要なアライメント精度によってその中から適宜選択して使用するようにしてもよい。ウエハの周縁領域に設けられたアライメントマークを用いてエンハンスド・グローバル・アライメント（EGA）と呼ばれるアライメント方式でアライメントを行うと、このアライメント誤差やステッピング誤差の影響を分散することができる。EGA方式はアライメントマークの計測値と設計値とを用いて、統計的演算を行うもので、例えば実測値と設計値との誤差の二乗を最も小さくするようなパラメータを求めるアライメント方式

である。EGA方式のアライメントについては、例えば特開昭61-44429号公報に記載されている。また、アライメントマークの配置は、各アライメントマークM1, M2, M3, ……が作る凸多角形の面積が最大になるような配置であれば、いわゆる線形誤差を均等に分散することができる。

【0047】第1層のショットパターンP1を描画したレチクル10aの一部にアライメントマークMのみを描画しておき、レチクルブラインド7によってアライメントマークMを選択して露光するようにしたのは、レチクル製造誤差を考慮したためである。この方法によると第1層のショットパターンP1とアライメントマークMの位置関係をレチクル描画誤差程度の精度で既知のものとすることができる、場合によってはその誤差をあらかじめ測定することもでき、ウエハ上に形成したアライメントマークの位置に補正をかけることも可能である。アライメントマークのみをショットパターンのレチクルとは別のレチクルに描画しておき、そのアライメントマーク専用のレチクルでアライメントマークを露光する方法は、レチクルを露光装置に載置する時の未知の誤差がアライメントマーク露光位置に不可避的に含まれることになるため得策ではない。

【0048】アライメントマークの露光で望ましいのは、アライメントの対象として最も基本となるショットパターンが形成されたレチクルにアライメントマークを描画しておくことである。このアライメントマークのみをレチクルブラインドで選択してウエハの周縁領域に転写するわけであるが、レチクル上のショットパターンとアライメントマークの相対的位置関係は製造データにより（または測定により）予め解っているので、それを考慮してウエハの周縁領域に転写することで、レチクル交換に伴う未知の誤差を導入することなく、ウエハ上のショット領域に対して既知の位置関係でアライメントマークM1, M2, M3, ……を形成することができる。

【0049】図7に示すように、ウエハ12上のショット領域S1, S2, S3, ……に第1層のショットパターンP1が露光され、その周縁領域にアライメントマークM1～M8が露光されたウエハ12は、ステージ13からアンロードされて現像され、そののちデバイス製造のために必要な処理が施される。

【0050】次に、第2層の露光方法について説明する。図5(a)に示したレジストコータ40によってウエハ12に第2層露光用のレジストを塗布する。今度は、レジスト噴出ノズル42からレジスト溶液を噴出してウエハ12の表面にレジストを均一な厚さにスピンドルした後、溶剤噴出ノズル43からウエハの周縁領域にレジストの溶剤をジェットにして吹き付けてエッジリスを行って、ウエハ周縁領域のレジストを除去する。こうしてウエハ周縁領域に形成されているアライメントマークM1～M8の上からレジストが除去され、アライ

メントマークM1～M8が露出される。ウエハ周縁領域のレジスト除去は、図5(b)に示した周辺露光装置を用いて行うこともできる。

【0051】図8は、レジストが塗布されたウエハ12の平面図である。エッジリスによって又は周辺露光によってウエハ周縁領域61のレジストが除去され、アライメントマークM1～M8が露出している。第1層のショットパターンS1, S2, S3, ……が形成されている内側の領域62にはレジストが均一に塗布されている。第2層露光用のレジストを塗布したウエハは、露光装置のステージ13上に載置され、真空吸着されて固定される。

【0052】露光装置に装着されるレチクル10は、図6(b)に示すレチクル10bに交換される。レチクル10bには、第2層のショットパターンP2のみが描画されている。レチクルブラインド7は、照明光の照明領域が、図6(b)に破線で示すように、ショットパターンP2を囲む範囲53となるようにステージ制御系36によって制御される。

【0053】第2層のショットの際のアライメントは、ウエハ12の周縁領域61に露出しているアライメントマークM1～M8を用いて従来と同様の方法で行われる。例えば、レチクル10bのアライメントはレチクル・アライメントセンサ31を用いて行う。そして、ウエハ・アライメントセンサ32を用いてウエハ12に形成されているアライメントマークM1～M8を検出し、EGA演算等によってショットS1, S2, S3, ……の位置を求め、主制御系37の制御下にステージ制御系36でステージ13のステップ駆動とシャッタ3の開閉制御を繰り返すことで、レチクル10bのショットパターンP2を各ショットS1, S2, S3, ……に重ねて露光する。

【0054】第3層のショットパターンも、同様にウエハ12の周縁領域61のレジストを除去し、露出させたアライメントマークM1～M8を用いてレチクルパターンをショット領域にアライメントすることで、レチクルパターンを前層のショットに正確に重ね合わせて露光される。

【0055】次に、ウエハ12の周縁領域61に形成されたアライメントマークM1～M8の打ち換えの方法について説明する。図9は、ウエハの周縁領域に形成されるアライメントマークの打ち換えの一例を説明する図（アライメントツリー）である。図中に層番号として示されている1～9の数字は、ウエハ表面に近い側から数えた層の番号であり、パターン露光に使用されるレチクルの番号と考えてもよい。また、矢印が示しているのはアライメントマークの参照先の層番号である。すなわち、この例では、第2層、第3層、第4層のパターン露光に当たっては、第1層に形成されたアライメントマークを参照してアライメントを行う。次の第5層、第6層

のパターン露光に当たっては、第4層に形成されたアライメントマークを参照してアライメントを行う。また、第7層のパターン露光の際は、第1層に形成されたアライメントマークを参照してアライメントを行う。第8層、第9層のパターン露光に当たっては、第7層に形成されたアライメントマークを参照してアライメントを行う。

【0056】この場合、第2層及び第3層の露光の際に参照される第1層以外にも、第5層及び第6層の露光の際に参照される第4層、第8層及び第9層の露光の際に参照される第7層には、それぞれ別々のアライメントマークが形成されている必要がある。したがって、第4層及び第7層を露光する際には、ショットパターンと共にアライメントマークの露光も行われる。改めてアライメントマークを露光するときには、先の第1層露光の時と同じように、レジストコータ40によるエッジリングス又は周辺露光を省略し、アライメントマークをウエハ周縁領域に露光すればよい。

【0057】第4層の露光方法について詳細に説明する。第3層まで露光されたウエハ12の周縁領域61の一番外側には、第1層の露光の際に形成されたアライメントマークM1～M8が位置している。まず、ウエハ12の表面全体に、例えば図5(a)に示したレジストコータ40によって第4層露光用のレジストを塗布する。その後、溶剤噴出ノズル43からアライメントマークM1～M8が形成されているウエハの周縁領域にレジストの溶剤を吹き付けてエッジリングスを行い、レジストを除去する。こうして、アライメントマークM1～M8の上からレジストが除去され、図8に示したように、アライメントマークM1～M8が露出される。

【0058】第4層用のレジストが塗布されたウエハは、露光装置のステージ13上に載置され、真空吸着保持される。露光装置には、図6(a)に示したレチクル10aと同様に、第4層用のショットパターンP4と共にアライメントマークのパターンNが空間的に分離されて、既知の位置関係で設けられたレチクルが装着される。第4層露光の際のアライメントは、ウエハ12の周縁領域61に露出しているアライメントマークM1～M8を用いて行われる。すなわち、ウエハ・アライメントセンサ32を用いてアライメントマークM1～M8を検出し、EGA演算等によってショットS1, S2, S3, ……の位置を求め、主制御系37の制御下にステージ制御系36でステージ13のステップ駆動とシャッタ3の開閉制御を繰り返すことで、レチクルのショットパターンP4を各ショットS1, S2, S3, ……に重ねて露光する。

【0059】全てのショットS1, S2, S3, ……に対するショットパターンP4の露光が終了すると、引き続きアライメントマークNの露光を行う。アライメントマークNの露光は、第1層の露光のときと同様に、レチ

クルブラインドによって照明光によるレチクルの照明範囲をアライメントマークNの部分のみに制限し、ステージ13のステップ駆動とシャッタ3の開閉制御を繰り返すことにより行われる。

【0060】図10は、アライメントマークNの露光位置を模式的に示す図である。図示するように、アライメントマークN1～N8の露光位置は、ウエハ12の周縁領域のうちアライメントマークM1～M8より内周側、すなわちレジストの塗布されている領域62に設定される。図10では、アライメントマークM1～M8の円周方向位置とアライメントマークN1～N8の円周方向位置を一致させているが、2種類のアライメントマークM1～M8, N1～N8の円周方向位置を一致させることは必ずしも必要とはされない。

【0061】第5層、第6層の露光にあたっては、図10に示すようにウエハ12の全面にレジストを塗布し、その後エッジリングス等によってアライメントマークN1～N8が露出する半径位置までウエハ12の周縁領域61（アライメントマークN1～N8を含みレジストが除去される周縁領域）のレジストを除去する。こうして上部からレジストが除去され、露出したアライメントマークN1～N8を用いてアライメントを行う。したがって、第5層及び第6層の露光の際のアライメント時にも、レジストを被っていないアライメントマークN1～N8を用いて第4層を基準とした高精度なアライメントを行うことができる。

【0062】次に、第7層の露光方法について説明する。この例の場合、図9に示すように、第7層の参照する層は打ち換えられたアライメントマークN1～N8が形成されている第4層ではなく、1段階前のアライメントマークM1～M8が形成されている第1層である。したがって、第7層の露光にあたっては、ウエハ12の全面にレジストを塗布し、その後エッジリングス等によって第1層のアライメントマークM1～M8が露出する半径位置までウエハ12の周縁領域61のレジストを除去する。こうして上部からレジストが除去され、露出したアライメントマークM1～M8を用いてアライメントを行って、第7層のショットパターンを露光する。

【0063】その後、第1層露光の時及び第4層露光の時と同様にして、第7層のショットパターンの露光に使用したレチクルにショットパターンと既知の位置関係で設けられているアライメントマークのパターンOを用いて、ウエハ12の周縁領域にアライメントマークO1～O8を露光する。図11は、アライメントマークO1～O8の露光位置を模式的に示す図である。図示するように、アライメントマークO1～O8の露光位置は、ウエハ12の周縁領域のうちアライメントマークN1～N8とほぼ同じ円周上とする。

【0064】このようにアライメントマークの打ち換えを工夫することで、不用意にアライメントマーク領域を

拡大することを防止し、チップ領域の減少を回避することができる。すなわち、この例の第7層を露光するときのように、参照する層を1つ以上前とする（直前の第4層のアライメントマークではなく、その前の第1層のアライメントマークを使用する）ことで、アライメントマークのために使用する領域を増大させないことが可能である。また、アライメントの基本となる層は通常は第1層であるので、アライメント精度の必要性に応じて、第1層を参照してアライメントマークの打ち換えを行うのが効果的である。

【0065】なお、ショットのアライメントは、ウエハの周縁領域に形成されたアライメントマークと共に、ショットS1, S2, S3, ……に付随して設けられたアライメントマークを用いて行うこともできる。この方法では、ウエハ12の周縁領域61に形成されたアライメントマークM1～M8（又は、N1～N8, O1～O8）を用いてショットS1, S2, S3, ……の配列座標を求める。そして、ショットに付随して設けられたアライメントマークを検出することによりショットの倍率、回転、スキー（直交度）を求める。これらのアライメントに必要なパラメータは、例えばEGA演算によって求めることができる。ショット倍率、回転、スキー（直交度）及びショットの配列を求めるためのEGA演算の手法は特開平6-275496号公報に記載されている。そして、ショット倍率については、結像特性補正系110により補正すればよい。

【0066】この場合、ウエハの周縁領域に形成されたレジストを被っていないアライメントマークを用いることによって、ショット領域の配列座標は正確に求めることができ。しかし、ショット領域S1, S2, S3, ……に設けられたアライメントマークにはレジストが塗布されているため、アライメントマークの検出精度を高めることはできず、ショットの倍率、回転、スキー等のパラメータを高精度に求めることはできない。

【0067】次に、図12及び図13を用いて、ショット領域に付随して設けられたアライメントマーク上のレジストを除去し、露出させて検出する方法について説明する。図12は、ショット領域内アライメントマークを有する層の露光が行われた状態を示し、図13は次層の露光のためにウエハの全面に塗布されたレジストのうち周縁領域のレジストが除去された状態を示す図である。

【0068】この方法では、ウエハの周縁領域にかかって形成されたショットのアライメントマークを利用する。図12に示すように、ウエハ12にステップ・アンド・リピート方式でショットパターンを露光するとき、いくつかのショットT1, T2, T3, ……は、周縁領域61より内側のウエハの周縁部分にかかって露光されるようなショット領域（ショットマップ）に従ってショットパターンを露光する。露光後、現像等のプロセス処理を行って、次の層の露光に移る。

【0069】その次の層の露光にあたっては、ウエハ12の全面にレジストを塗布し、その後、図13に示すように、エッジリング等によってアライメントマークM1～M8及びショットT1, T2, T3, ……の一部が露出する半径位置までウエハ12の周縁領域61のレジストを除去する。このとき、ショットT1, T2, T3, ……に設けられた一部のアライメントマークSM1, SM2, SM3, ……上からもレジストが除去される。こうしてレジストが除去されて露出されたショット領域内アライメントマークSM1, SM2, SM3, ……のうち適当なものを選択して利用することにより、ショット内アライメントマークの検出精度を高め、ショットの倍率、回転、スキー等のパラメータを高精度に求めることができる。

【0070】このように、ウエハの周縁領域にかかって形成されたショット領域を利用し、レジストが除去されたショット領域内アライメントマークを検出することで、ショットの倍率、回転、スキー等のパラメータを高精度に求めることができる。図14及び図15は、ショットに付随して設けられたアライメントマーク上のレジストを除去し、露出させて検出する他の方法についての説明図である。図14は、ショット内アライメントマークを有する層の露光が行われた状態を示し、図15は次層の露光のために全面に塗布されたレジストのうち周縁領域のレジストが除去された状態を示す図である。

【0071】この方法では、図14に示すように、ショットS1, S2, S3, ……にショットパターンを露光した後、レチクルブラインド7によって使用しているレチクルのパターン領域内に形成されたアライメントマーク部分のみに照明光が照射されるように制限し、そのアライメントマーク部分を例えばレジストが除去された周縁領域61に隣接する内側領域にパターンMP1, MP2, MP3, MP4として露光する。

【0072】その次の層の露光にあたっては、ウエハ12の全面にレジストを塗布し、その後、図15に示すように、エッジリング等によってアライメントマークM1～M8及びパターンMP1～MP4が露出する半径位置までウエハ12の周縁領域61のレジストを除去する。したがって、パターンMP1～MP4に含まれているアライメントマークMP1a, MP1b; MP2a, MP2b; ……上からもレジストが除去される。こうしてレジストが除去されて露出されたショット領域内アライメントマークMP1a, MP1b; MP2a, MP2b; ……を検出することにより、ショット領域内アライメントマークの検出精度を高め、ショットの倍率、回転、スキー等のパラメータを高精度に求めることができる。

【0073】次に、こうしてウエハの周縁領域に形成されたアライメントマークをCVDによる成膜やプラズマエッティング等のプロセス処理の際に覆って、アライメントマークの劣化を防止する方法について説明する。

【0074】最初に、ウエハの周縁領域にレジスト等のコート材料を塗布することによってアライメントマークを覆う方法について説明する。ウエハ周縁部に設けられたアライメントマーク上へのコート材料塗布は、図5(a)に示したレジストコーダに類似した構成を有するレジストデベロッパを用いて行うことができる。ただし、ここで用いるレジストデベロッパは、図5(a)に示したレジストコーダとは異なって、ウエハの中央部分にレジストの溶剤を噴出する溶剤噴射ノズルと、ウエハの周縁領域にレジスト等のコート材料を噴出するコート材噴出ノズルとを備える。

【0075】露光を終えたウエハをレジストデベロッパの回転支持台に固定して回転させ、回転軸と同軸に位置している溶剤噴出ノズルから溶剤を噴射することによりウエハを現像する。その後、前記コート材噴出ノズルからウエハの周縁領域にコート材料をジェットにして吹き付けることで、ウエハ周縁領域にコート材料を塗布する。このうち各種プロセス処理を行えば、ウエハ周縁領域に形成されたアライメントマークはコート材料によって保護されるため、プロセス処理によって加工されたり劣化したりすることがない。

【0076】あるいは、露光を終えたウエハを通常の方法で現像した後、プロセス処理を行う段階で、ウエハ周縁部を機械的に覆うことによってアライメントマークの加工を回避することもできる。プロセス処理の例としてマイクロ波プラズマエッチング処理を取り上げて説明する。

【0077】図16は、マイクロ波プラズマエッチング装置の概略構成図である。マグネットロン501から発生されたマイクロ波は、導波管502を通して石英ペルジヤ503の中のエッチング室504に導入される。エッチング室504には、エッチングガス導入口505より塩素ガス等のエッチングガスが導入されている。マイクロ波の電場によりエッチングガスはプラズマ化され、マイクロ波とソレノイドコイル506によって作られた磁場との作用でプラズマ中の電子はサイクロトロン運動をする。下部試料台507に高周波電源509から高周波バイアスを印加することにより、ウエハ12に入射するイオンエネルギーをコントロールしながらエッチングが行われる。

【0078】この場合、ウエハ12の周縁部が加工されるのを防ぐため、ウエハ12の周縁部に覆い508が被せられる。この覆い508はウエハ12を試料台507に載せた後に被せるようにする。覆い508の材質としては例えば絶縁体を用いれば、プラズマを乱すことなくエッチングを行うことが可能である。例えば石英ガラスにSiNをコートしたものを用いれば、酸素プラズマによるエッチングにおいても、覆い部の損傷を防ぐことができる。

【0079】これらの方針により、ウエハ周縁部に形成

されたアライメントマークをプロセス処理から保護することにより、アライメントマークの劣化を防ぐことができ、ひいてはアライメントマークの打ち換え回数を減らすことも可能になる。

【0080】以上、本発明を、いわゆるステッパーなどの静止露光型の露光装置へ適用する場合の例について説明してきた。静止露光型の露光装置ではなく、スキャン型の露光装置に本発明を適用するときには、ショットの露光は大面積のためスキャン露光で行う。しかし、アライメントマークは十分小さいので、スキャン露光ではなく静止露光で露光した方がレチクルステージの運動を伴わないので、アライメントマーク形成時のスループットロスを防ぐことができる。また、本発明は、X線露光装置や電子線露光装置にも適用可能である。

【0081】本発明によるアライメントマークの形成においては、ウエハに塗布したレジストをどこまで剥がすかが重要である。そのため、露光装置とレジストコーダをオンラインで結び、露光装置からのアライメント情報でレジストコーダにレジストを剥離する半径を指示すればよい。

#### 【0082】

【発明の効果】本発明によると、アライメントマーク上にレジストがなく、露出しているアライメントマークを用いることができるため、アライメント精度を飛躍的に向上することができる。また、アライメントマークの打ち換えが必要な場合も、アライメントマーク領域を必要以上に拡大することなく、ウエハの周縁領域にアライメントマークを形成することができる。さらに、プロセス処理時にウエハの周縁領域に形成されたアライメントマークを覆うことにより、アライメントマークをプロセス処理から保護し、アライメントマークの打ち換え回数を最小限にすることができる。また、特に、アライメントマークをウエハ最外周に形成することによる、プロセス処理に起因するマーク非対称化という欠点も克服することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】露光装置の概略図。

【図2】レチクルブラインドのブレード部分の正面図。

【図3】レチクルブラインド駆動機構の概略図。

【図4】図2に示すブレードのA-A断面と駆動機構の概略構成図。

【図5】レジストコーダの概略図。

【図6】第1層露光用レチクル及び第2層露光用レチクルの概略図。

【図7】ウエハ上でのショット領域とアライメントマークの配置図。

【図8】レジスト塗布後エッジリス又は周辺露光を行ったウエハの平面図。

【図9】各層間のアライメント参照先を示す説明図。

【図10】打ち換え後のアライメントマークNの位置を

模式的に示す図。

【図11】打ち換え後のアライメントマーク〇の位置を模式的に示す図。

【図12】ショット領域内アライメントマークを有する層の露光が行われた状態を示す図。

【図13】次層の露光のために全面に塗布されたレジストのうち周縁領域のレジストが除去された状態を示す図。

【図14】ショット領域内アライメントマークを有する層の露光が行われた状態を示す図。

【図15】次層の露光のために全面に塗布されたレジストのうち周縁領域のレジストが除去された状態を示す図。

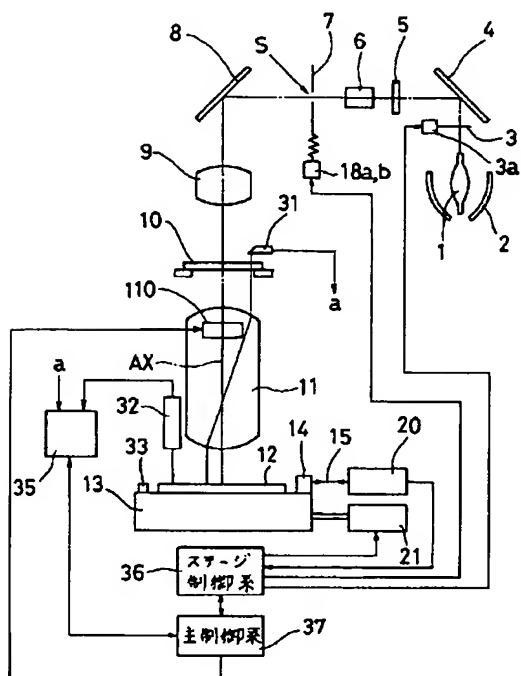
【図16】マイクロ波プラズマエッチング装置の構成図。

【符号の説明】

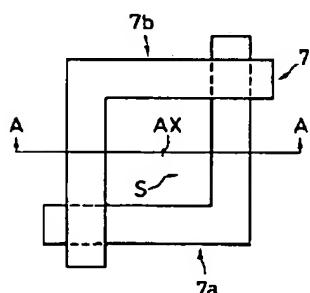
1…照明光源、2…橜円鏡、3…シャッター、5…波長選択フィルタ、6…フライアイインテグレーター、7…レチクルブラインド、7a, 7b…ブレード、10…レチ

クル、11…投影光学系、12…ウエハ、13…ステージ、20…レーザ干渉計、21…ステージ駆動手段、31…レチクル・アライメントセンサ、32…ウエハ・アライメントセンサ、35…アライメント制御系、36…ステージ制御系、37…主制御系、40…レジストコータ、42…回転支持台、42…レジスト噴出ノズル、43…溶剤噴出ノズル、61…周縁領域、100…ショット領域、110…結像特性補正系、400…レジストコータ、411…回転支持台、412…モータ、413…露光源、414…光ファイバー、415…照射部、416…遮光板、417…露光光束、418…反射板、501…マグネットロン、502…導波管、503…石英ペルジャ、504…エッチング室、505…エッチングガス導入口、506…ソレノイドコイル、507…試料台、508…覆い、509…高周波電源、M1～M8…第1層で作られたアライメントマーク、N1～N8…第4層で打ち換えられたアライメントマーク、O1～O8…第7層で打ち換えられたアライメントマーク

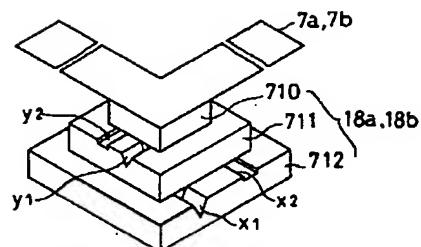
【図1】



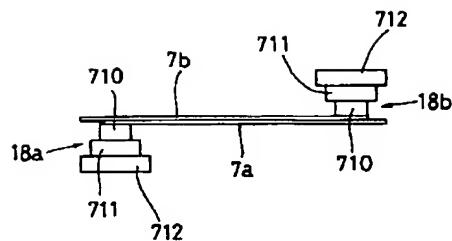
【図2】



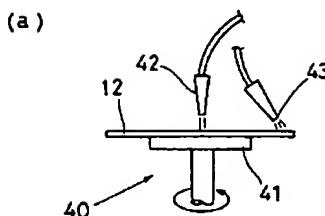
【図3】



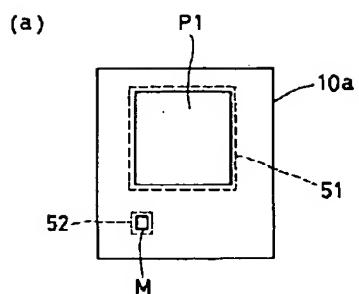
【図4】



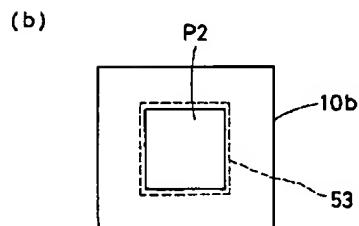
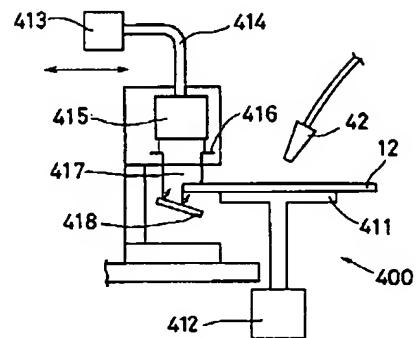
【図5】



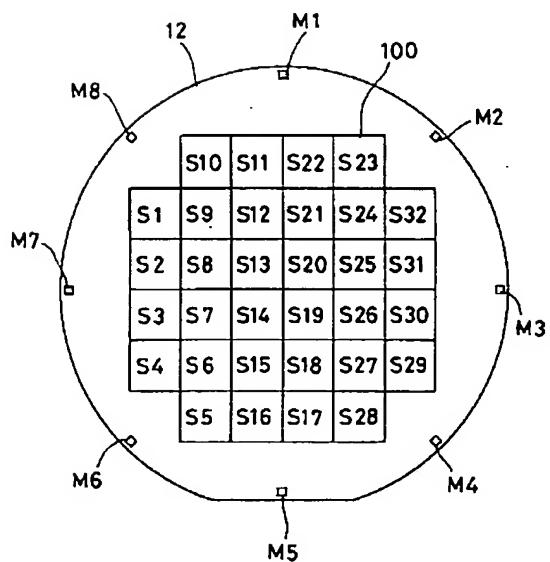
【図6】



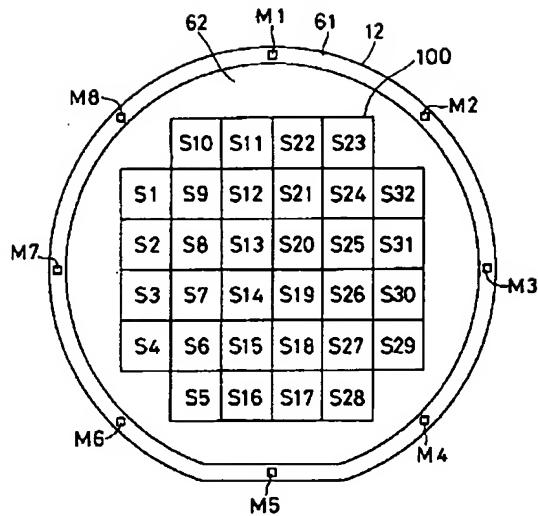
(b)



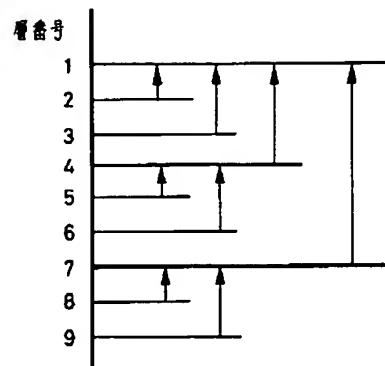
【図7】



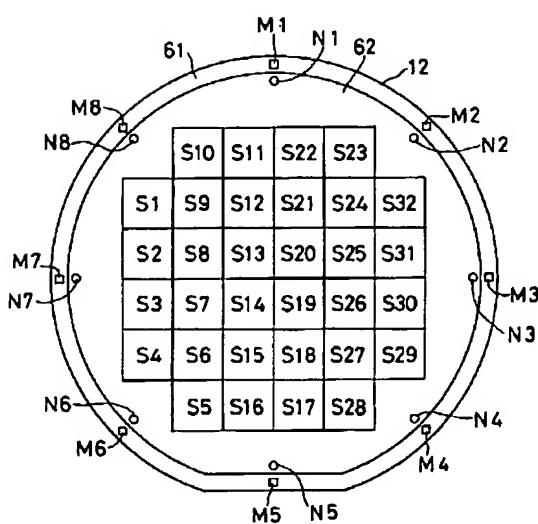
【図8】



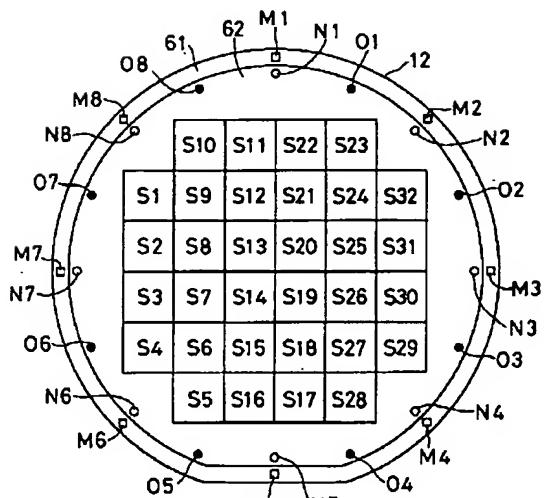
【図9】



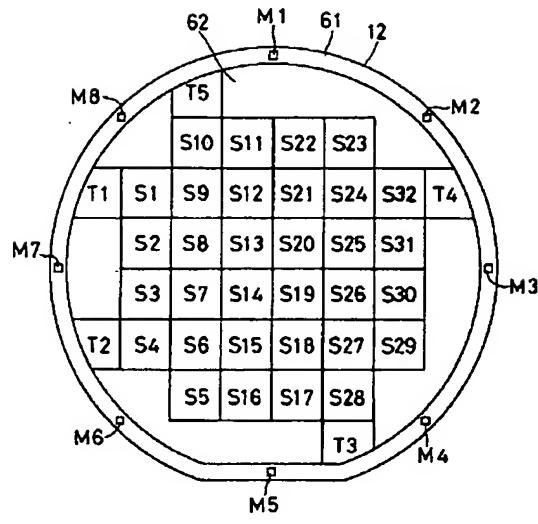
【図10】



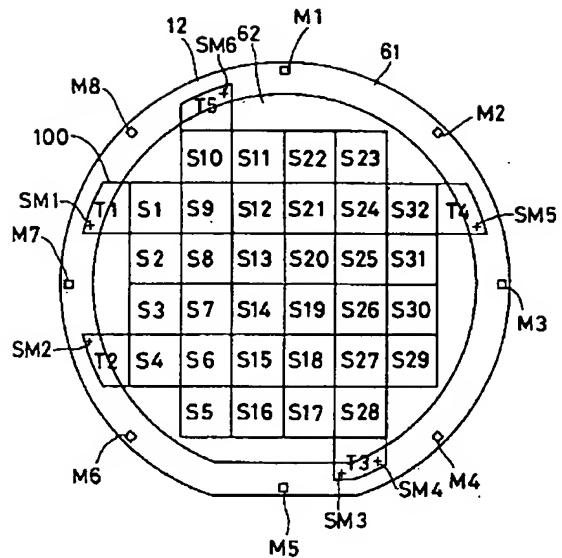
【図11】



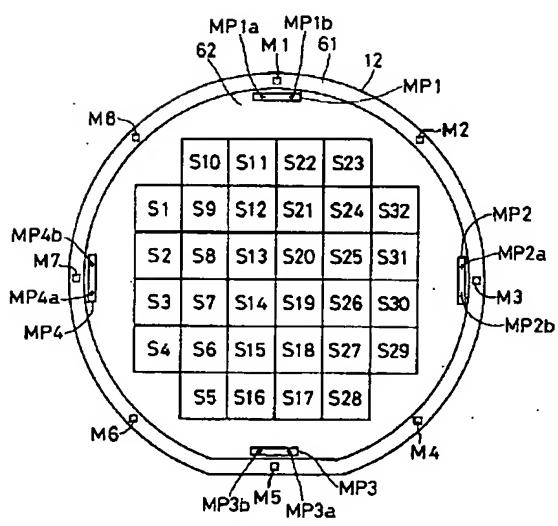
【図12】



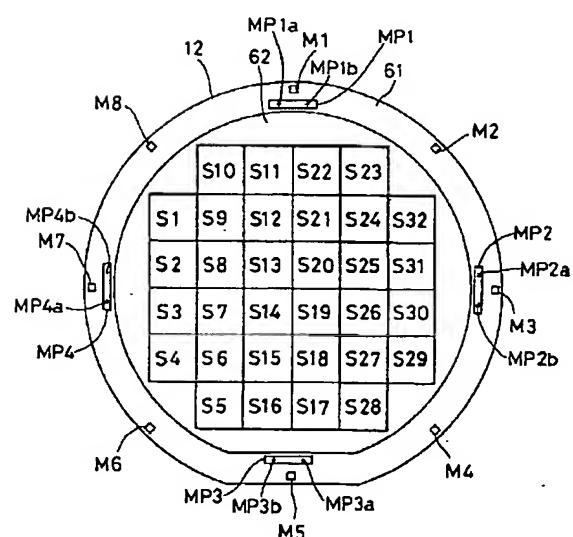
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

